BIODÉGRADATION ET HUMIFICATION DANS DEUX HETRAIES ACIDIPHILES

F. TOUTAIN

CENTRE DE PÉDOLOGIE BIOLOGIQUE
C.N.R.S.
54500 VANDOEUVRE, FRANCE

Bien que le matériau végétal initial soit le même, la biodégradation dans les hêtraies acidiphiles peut aboutir à des types d'humification très différents. C'est ainsi que, sur certaines roches mères, généralement détritiques, à faibles réserves en bases, on observe sous Hêtre, tantôt la présence de sol brun à mull acide, tantôt la présence de podzol à mor sans que l'on puisse attribuer apparemment ces divergences à des variations sensibles de composition de ces roches mères. Nous avons ainsi trouvé, dans l'Est de la France, près de Château-Salins, sur grès rhétien et dans des hêtraies âgées d'une centaine d'années deux stations voisines, portant l'une un sol brun à mull acide et l'autre un podzol à moder.

Les types d'humus de ces deux stations sont très différents (cf. photo 1).

Leur étude morphologique montre, comme l'ont confirmé des observations et des mesures plus fines faites sur le terrain, que la litière du mull disparaît en trois ans et celle du moder en sept ans, la litière disparaissant d'ailleurs à la même vitesse dans les deux stations pendant les deux premières années. Dans le cas du moder, il semble qu'il y ait **passage progressif** des strates de litières à l'horizon A_1, alors que dans le cas du mull il y a une **discontinuité** nette et brutale entre la litière et l'horizon A_1 à l'interface litière-horizon minéral.

Or l'évolution de la matière organique des litières ne peut suivre que trois voies :

— soit une minéralisation directe sous forme de CO_2 gazeux,
— soit une production de carbone hydrosoluble,
— soit une transformation biochimique directe de la fraction insoluble.

Il était intéressant, en face de ces différences morphologiques, de connaître les mécanismes et les agents de la biodégradation qui sont à l'origine d'humifications aussi divergentes.

I. EVOLUTION COMPARÉE DE L'HUMIFICATION DANS CES DEUX STATIONS

1) Minéralisation du carbone des litières

Des incubations à 28° suivant la méthode mise au point par GUCKERT et *al.* (1968) ont montré que la minéralisation globale du carbone des litières récentes L_1 et L_2 (litières de 1 et 2 ans) avait à peu près la même intensité dans le mull et dans le moder. Quant à la litière L_3 (âgée de 3 ans et plus), bien que sa minéralisation dans le mull soit un peu plus forte que dans le moder, elle reste du même ordre de grandeur dans les deux stations. Ce ne sont donc pas des différences d'activité minéralisatrice qui expliquent les différences morphologiques constatées entre les litières sur le terrain.





Mull



Moder

2) Production de carbone hydrosoluble

Les mesures et bilans qui ont pu être établis par diverses méthodes ont montré que la différence de production de carbone hydrosoluble entre les deux stations était grande : de l'ordre de deux fois plus forte dans la station à moder, les produits obtenus n'étant d'ailleurs pas les mêmes. Sur la figure 1 a été schématisée l'évolution du carbone hydrosoluble en y distinguant deux types de produits : des produits colorés constitués surtout de polyphénols provenant de la ligninolyse et des produits incolores constitués de sucres et de produits plus ou moins azotés provenant surtout de la cellulolyse et de la protéolyse.

Dans le moder, une faible quantité du carbone hydrosoluble est insolubilisé au contact de l'horizon minéral, une quantité minime est minéralisée, l'essentiel percolant sans transformation vers les horizons de profondeur.

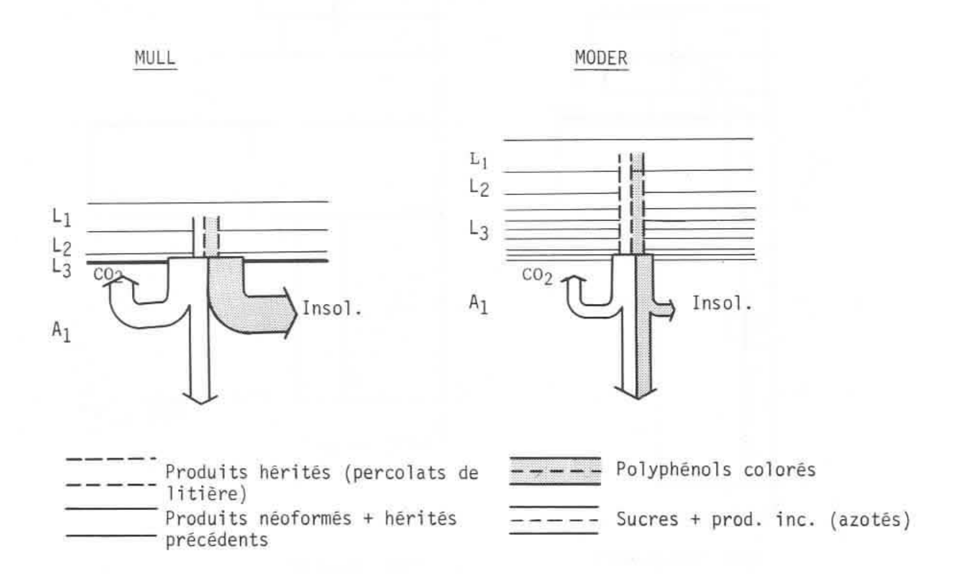


Figure 1 : Représentation schématique de l'évolution de la fraction hydrosoluble dans le mull et dans le moder.

Dans le mull, la production de carbone hydrosoluble est beaucoup plus forte et se fait surtout au niveau de la litière L_3. Comme le prouve l'absence de coloration des lessivats issus de l'horizon A_1, étudiée en collaboration avec M. HANRION (1974), la presque totalité des produits colorés est insolubilisée par la fraction minérale fine (fer + argile) de l'horizon A_1, formant ainsi une **humine d'insolubilisation.** Une grande partie de la fraction incolore initiale est minéralisée (l'intensité de la minéralisation dans les horizons A_1 du mull étant de l'ordre de trois fois plus grande que celle du moder, alors que dans les litières, elle était à peu près équivalente), seule une petite quantité de carbone incolore percole vers les horizons de profondeur.

3) Evolution des membranes insolubles

Appelant « lignine » le résidu obtenu après hydrolyse à l'acide sulfurique (méthode ELLIS B., COWLING) et soustraction des cendres et de la matière protéique d'un échantillon de litières, il a été possible d'établir un bilan à l'hectare de la « lignine » présente dans les litières et dans les horizons de surface de nos deux stations. Ce bilan est représenté sur la figure 2.

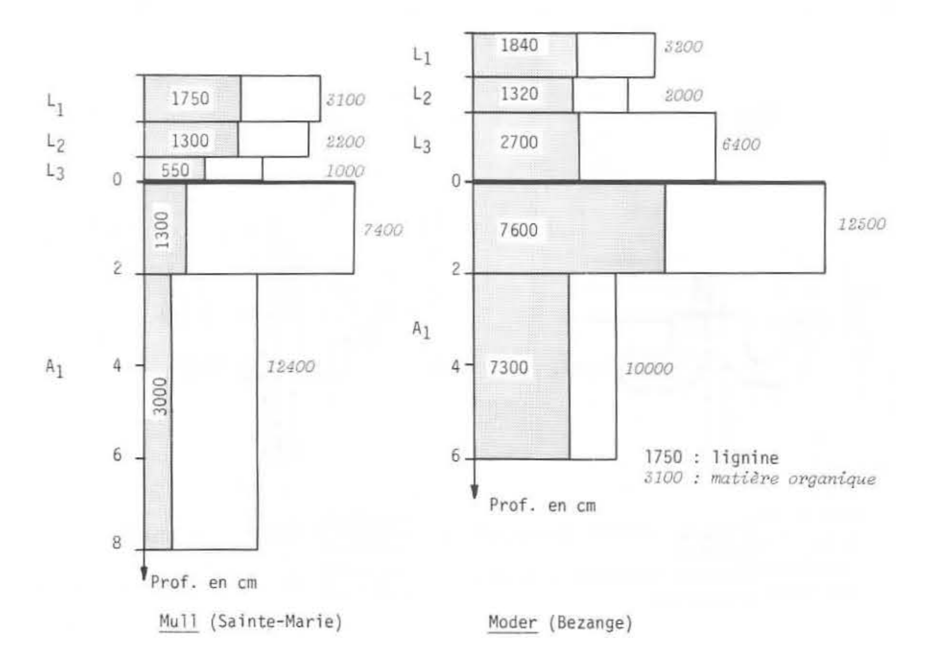


Figure 2 : Répartition de la « lignine » et de la matière organique dans les litières et les horizons de surface du mull et du moder (en kg/ha).

Il apparaît que dans le mull et dans le moder, les teneurs en matière organique et en « lignine » des litières des deux premières années sont du même ordre de grandeur. Il n'en est plus de même dans les litières L_3, il est vrai beaucoup plus épaisses dans le moder que dans le mull, mais il apparaît surtout que la quantité de « lignine » présente dans les premiers centimètres de l'horizon A_1, diffère nettement dans les deux stations. La quantité totale de « lignine » étant de l'ordre de 8 t/ha dans la station à mull et de 21 t dans le moder d'une part, l'apport annuel de « lignine » par les feuilles étant à peu près le même chaque année dans les deux stations d'autre part, cela signifie que la « lignine » disparaît dans l'ensemble des horizons humifères entre 2 et 3 fois plus vite dans le mull que dans le moder et qu'une grande partie de la matière organique de l'horizon A_1 est d'origine héritée.

Ces deux voies d'humification : **héritage** dans le cas du moder et **insolubilisation** dans le cas du mull, sont la conséquence de deux types de biodégradation.

II. ETUDE DES AGENTS RESPONSABLES DE LA BIODÉGRADATION DU MULL ET DU MODER

Dans le tableau 1, MANGENOT (1974) donne la répartition des pertes de « lignine » et des pertes de poids d'échantillons de sciure de Hêtre dans les horizons A_1 de ces deux stations.

Dans le cas du podzol, la décomposition de la sciure est très lente, seuls quelques échantillons semblent contaminés par des agents actifs, alors que dans le cas du sol brun ces agents qui peuvent être assimilés, d'après les travaux de MANGENOT et *al.* (1972), à des pourritures blanches, ont une activité intense. Cette forte activité des pourritures blanches dans le mull cadre parfaitement avec les observations de LEHMAN et *al.* (1969), MANGENOT et *al.* (1972), JACQUIN (1963) et KICKUTH et *al.* (1969) concernant à la fois l'allure morphologique de l'altération des litières (fonte sur place du matériau foliaire) et la forte production de matière organique hydrosoluble. Quant aux champignons présents dans ces « pourritures blanches » il s'agit, entre autres espèces, de *Clitocybe nebularis, Clitocybe inversa, Rhodopaxillus nudus, Collybie butyracca.*

En conclusion, il apparaît donc, qu'à partir d'un même matériau végétal les types d'humification, en milieu acide, peuvent être très différents. Ces différences sont liées non seulement au comportement de la matière minérale du sol vis-a-vis de la matière organique mais aussi au type même de biodégradation qui s'installe dans ces sols. Reste à savoir quels sont les facteurs qui permettent à tel ou tel type de biodégradation de s'installer dans le sol ? La question reste posée mais il semble que l'explication est à chercher soit du côté de la disponibilité en azote des horizons humifères, soit du côté des variations pédoclimatiques qui existent dans ces horizons. MANGENOT (1966) par exemple a montré que les pourritures blanches s'installaient de préférence dans des milieux qui subissaient de fortes alternances d'humidité et de sécheresse, ce qui est précisément le cas du milieu mull comme cela a été vérifié dans une étude plus complète (TOUTAIN, 1974).

PROFONDEUR	PERTES DE LIGNINE EN % DE LA LIGNINE INITIALE						
	O	10	40	50	60	70	80
Podzol							
0-5 cm	83 (0/6)					17 (75/45)	
15-20 cm	50 (0/6)	33 (13/17)					17 (80/52)
Sol brun							
0-5 cm			17 (47/32)		33 (65/39)	50 (74/70)	
15-20 cm	33 (5/9)		17 (45/14)	17 (58/61)		17 (70/75)	16 (83/86)

Tableau 1. — Décomposition de la sciure de Hêtre dans les deux stations considérées d'après MANGENOT (1974).

Le premier chiffre représente le pourcentage d'échantillons se situant dans cette classe de perte de « lignine » : ex. 83 %.

Le premier chiffre entre parenthèses représente la perte de « lignine » en % de la « lignine » initiale, le second la perte de poids en % du poids initial.

III. BIBLIOGRAPHIE

GUCKERT A., ROGER P., JACQUIN F. (1968) — Contribution à l'utilisation des techniques radioisotopiques pour l'étude de la matière organique du sol. Bull. E.N.S.A.N., **10**, (2), 69-100.
HANRION M. (1974) — Contribution à l'étude de l'évolution des hydrosolubles organiques de Hêtre en milieu acide. Thèse 3e cycle, Université des Sciences, Nancy I, 78 p.
JACQUIN F. (1963) — Contribution à l'étude des processus de formation et d'évolution des résidus ligneux sous climat tempéré. Bull. E.N.S.A.N., **12**, (I-II), 12-20.
KICKUTH R., MEYER B., SCHONLAU H.-J. (1969) — Die divergierende Humus-Metabolik benachbarter Sauer-Braunerden und Rendzinen unter Wald im Licht organischer Stoff-gruppen-Untersuchungen. Göttinger Bodenkundliche Berichte, **8**, 1-61.
LEHMAN H., MEYER B., SCHONLAU H.-J. (1969) — Die divergierende Humus-Metabolik benachbarter Sauer-Braunerden und Rendsinen unter Wald im Licht Standortsbiologischer Untersuchungen. Götinger Bodenkundliche Berichte, **9**, 1-63.
MANGENOT F. (1966) — Etude microbiologique des litières (commentaires sur les données expérimentales recueillies à l'E.N.S.A.N. depuis 1963). Bull. E.N.S.A.N., **8**, (2).
MANGENOT F. (1974) — Données complémentaires concernant le pouvoir ligninolytique des sols. Annali di Microbiologia (sous presse).
MANGENOT F., KIEFFER E. (1972) — Pouvoir ligninolytique des sols de la R.C.P. 40. Rev. Ecol. Biol. Sol, **9**, (I), 21-39.
TOUTAIN F. (1974) — Etude écologique de l'humification dans les hêtraies acidiphiles. Thèse Doctorat Etat, Université de Nancy I, 114 p.